



**Políticas Energéticas para a Sustentabilidade**  
**25 a 27 de agosto de 2014**  
**Florianópolis – SC**

## **Metodologia de Cálculo da Viabilidade Econômica da Melhora da Eficiência Energética na Edificação, Incluindo a Análise do Custo de Ciclo de Vida**

David Cabrerizo Romero <sup>1</sup>

Federico García Erviti <sup>2</sup>

Monica Carvalho<sup>3</sup>

### **RESUMO**

As mudanças climáticas exacerbadas pela liberação antropogênica de gases de efeito estufa, aliadas ao aumento da demanda energética, colocam em destaque a necessidade de reduzir o consumo energético como uma das prioridades da sustentabilidade. Da energia elétrica consumida no Brasil, 45% destina-se a proporcionar conforto ambiental para seus usuários, na operação e manutenção das edificações (BRASIL, 2012). A eficiência energética na edificação é uma das prioridades para conseguir um entorno sustentável, garantindo assim o nível de conforto requerido pelos usuários com um uso razoável de recursos.

Dentro das diferentes estratégias para economia de energia é necessário utilizar um método que permita a tomada de decisões, partindo do princípio que a melhora da

---

<sup>1</sup> Universidad Politécnica de Madrid – Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas - Madri (Espanha), dcrarquitectura@gmail.com, +55 (83) 8786.2245, +34 655.539.357

<sup>2</sup> Universidad Politécnica de Madrid – Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas - Madri (Espanha), federico.garcia@upm.es, +34 91.3366514

<sup>3</sup> Universidade Federal da Paraíba - Departamento de Engenharia de Energias Renováveis - João Pessoa (Brasil), monica@cear.ufpb.br, +55 (83) 3216.7268

eficiência sempre requer um investimento que em troca oferece um benefício. O processo de melhora é limitado, necessita de recursos econômicos e de um mecanismo de avaliação para decidir o nível ótimo. Deste modo, a viabilidade das estratégias é analisada como uma medida de obtenção de lucro de acordo com uma análise de *Triple Bottom Line* e custo ideal. Minimizar o consumo de energia dos edifícios é uma peça chave no conceito de construção atual, onde o impacto real é avaliado com base nos custos do ciclo de vida, podendo fazer uma transposição para unidades econômicas.

A metodologia apresentada baseia-se na análise de custo de ciclo de vida (ACCV, do inglês Life Cycle Costing, LCC), que cobre todos os recursos energéticos associados; desde a fabricação (i.e, energia incorporada, energia induzida, “*Grey Energy*”), energia de operação ou manutenção, até a disposição final (energia para demolição ou reciclagem). Analisando os benefícios das intervenções diferentes dependendo do tempo (análise dinâmica), obtém-se o Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR) como valores comparativos. O método aplicado inclui a avaliação do ciclo completo, usando para o cálculo o levantamento de custos e simulações com ferramentas quantitativas (EnergyPlus).

Este trabalho mostra as consequências da dispersão nos parâmetros de viabilidade econômica das diferentes intervenções. As estratégias passivas de melhora térmica do envelope e da proteção ao sol, apesar de seu alto investimento inicial, atingem proporções ótimas de viabilidade econômica devido à durabilidade. As estratégias ativas são afetadas no ACCV pela manutenção, que influi diretamente na viabilidade das relações de investimentos temporários e poupança. A matriz energética determina a sustentabilidade da introdução das energias renováveis nos prédios.

As conclusões da pesquisa revelam como uma análise ao longo do ciclo de vida completo é fundamental, ao contrário de uma análise estática (como o payback simples, o prazo de recuperação do capital investido), que não reflete os parâmetros de adequação real. As intervenções podem ter diferentes motivações além da economia de energia, mas é sempre a avaliação dinâmica de sustentabilidade econômica ao longo da vida o que determina a viabilidade e permite comparar a prioridade das estratégias.

**Palavras-chave:** Custo de ciclo de vida, Viabilidade econômica, Metodologia.

## **ABSTRACT**

The exacerbation of climate change due to the anthropogenic release of greenhouse gases, combined with increasing demands of energy, emphasizes the need to reduce energy consumption as one of the priorities of sustainability. Forty-five percent of the electricity consumed in Brazil is spent on the operation and maintenance of buildings, including the provision of comfort to users (BRASIL, 2012). Energy efficiency in buildings is a priority to achieve a sustainable environment, ensuring comfort levels required by users with a reasonable use of resources. There are different strategies for saving energy, and it is necessary to use a method that allows for decision making, assuming that improvements in efficiency always require investments that offer a benefit in return. The process of improvement is limited, and requires economic resources as well as an evaluation mechanism to decide the optimal level. Thus, the viability of strategies is analyzed as a measure of profit through Triple Bottom Line and optimal cost analyses. Minimization of the energy consumption of buildings is a key concept in current buildings, where the real impact is based on the cost of the life cycle and its transposition into economic units. The methodology presented herein is based on Life Cycle Costing (LCC), which covers all energy-related costs: from manufacturing, operation and maintenance, to final disposal. Net Present Value (NPV) and Internal Rate of Return (IRR) are obtained as comparative values after analysis of the benefits of different time-dependent interventions (dynamic analysis). The methodology includes a review of the full life cycle, using the accountability of costs and simulations with quantitative tools such as EnergyPlus.

This paper shows the effects of dispersion in the parameters of economic feasibility for different interventions. Passive strategies, such as thermal envelope and sun protection improvements, despite the high initial investments, attain great proportions of economic viability due to its durability. Active strategies are affected by maintenance in the LCC, which directly influences viability. The energy matrix determines the sustainability of introducing renewable energy in buildings.

The research reveals the importance of a dynamic analysis over the entire life cycle, unlike a static analysis (such as simple payback), which does not reflect the real adequacy parameters. Interventions may have different motivations beyond energy savings, but it is always the dynamic assessment of economic sustainability

throughout the life that determines feasibility and allows for the comparison of priority strategies.

**Keywords:** *Life cycle costing, economic viability, cost methodology.*

## 1. INTRODUÇÃO

O objetivo da edificação é criar um ambiente seguro e adequado para o desenvolvimento das atividades humanas, desempenhando assim os requerimentos de habitabilidade e salubridade, que resultam em condições interiores ótimas de temperatura. A manutenção desse conforto interior consumirá recursos energéticos, dependendo das condições climáticas da sua localização.

Em um cenário de dependência e escassez de energia, 45% da energia consumida no Brasil é utilizada na operação e manutenção dos prédios (BRASIL, 2012). A metade deste consumo, 22% do total, corresponde ao setor residencial. Dentro desse consumo residencial, uma parte é destinada a proporcionar conforto aos moradores, com a influência essencial da concepção do edifício e suas instalações, e outra parte destinada aos aparelhos elétricos e outras utilidades diárias, influenciada na maioria pelos hábitos e necessidades dos usuários (Tabela 1).

Tabela 1 – Uso final da energia consumida em residências (BRASIL, 2012)

Chuveiro	24%	Geladeira e freezers	27%
Ar Condicionado	20%	Lâmpadas	14%

O consumo dos edifícios residenciais está atualmente em aumento, devido ao crescimento exponencial do volume construído, assim como devido ao aumento da exigência de conforto, ambos associados com a melhoria da renda familiar e o avanço tecnológico. As consequências diretas são econômicas para os usuários, mas também ambientais, por causa do aumento das emissões de CO<sub>2</sub> que causam o efeito estufa. É relevante também o fato de que as condições de moradia da maior parte da população brasileira são muito simples, em termos de edificação e equipamentos, mas o desenvolvimento do país e o déficit de moradias com padrões mínimos de qualidade sugere um quadro de crescimento das necessidades energéticas que pode não ser atendido adequadamente (Tavares e Lamberts, 2005).

Este cenário tornou evidente a necessidade de reduzir o consumo de energia residencial para melhorar a sustentabilidade econômica, devido à escassez e aumento do preço dos recursos energéticos. Isso deve ocorrer por meio do aumento da eficiência energética nos edifícios, estabelecendo um desempenho mínimo para a nova edificação que permita enfrentar as novas necessidades com um uso razoável dos recursos. Estas motivações surgem do interesse dos próprios usuários, devendo ser inclusas na regulação. Por isso aparece a necessidade de disposição de uma metodologia comparativa para estabelecer as condições do desempenho energético dos edifícios e seus componentes, que deve levar em conta os níveis ótimos de rentabilidade.

O principal objetivo da presente pesquisa, inserida num projeto muito mais amplo, é desenvolver a análise, adaptação e descrição da metodologia que serve de base para a tomada de decisões mediante a comparação das diferentes estratégias de melhoria da eficiência energética, e da sua viabilidade econômica de aplicação real. Assim, medidas ideais são estabelecidas para um determinado clima, uso e tipologia.

A metodologia especifica as regras para a comparação de medidas de eficiência energética, de medidas que recorrem a fontes de energia renováveis e de conjuntos e variantes dessas medidas, e a forma de aplicar essas regras aos edifícios de referência selecionados (residencial plurifamiliar). O objetivo é definir níveis ótimos de rentabilidade para os requisitos mínimos de desempenho energético.

A estratégia é analisar a viabilidade econômica global, com critérios de *Triple Bottom Line* e *Custo Ideal*, apoiando-se na metodológica existente no regulamento da União Europeia (CEE 244/2012, 2012), tomando-lhe como critério de análise. As variáveis têm um impacto econômico conjunto, por isso é necessário incluir todos os custos do ciclo de vida (ACCV) da intervenção, englobando os recursos da produção/aquisição (considerando localização e volume), de operação e manutenção, e o valor residual conforme a vida útil (ENSLIC, 2010). A partir desta avaliação global, pode-se obter uma ferramenta verdadeira para tomada de decisões.

## 1. DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

### 1.1. Fundamentos da metodologia

Reduzir os custos operacionais requer um investimento de recursos, para em troca obter lucro no tempo. O objetivo é analisar os benefícios econômicos temporalmente, a fim de comparar as diferentes alternativas, procurando objetivamente o nível ótimo.

A metodologia baseia-se na ACCV, coletando todos os custos incluídos no *Custo global*, tal como é definido no Regulamento UE 244/2012 (2012). São considerados os seguintes: Custos iniciais do investimento, Custos de utilização (incluindo a substituição periódica), Custos de energia e Custos de eliminação (ou valor residual), ao longo da vida útil. Os custos de eliminação podem ser considerados em relação aos custos de substituição periódica, o que para os ciclos de vida esperados em edifícios residenciais tem uma influência marginal devido a amortização. A introdução dos Custos das emissões de gases de efeito de estufa não é contemplada na nossa metodologia, já que esses custos não possuem nenhuma referência econômica no Brasil.

Na metodologia, consideramos o modelo da Diretiva Europeia, adaptando os conceitos para o clima tropical e condições da abrangência de aplicação no Brasil. Mesmo existindo diferentes expectativas de investimento individuais, consideraram-se somente os custos e benefícios imediatos da decisão de investimento (a perspectiva financeira). Outros custos e benefícios indiretos não foram incluídos (muitas vezes chamados de externalidades), como são os custos intangíveis não quantificáveis, que não podem ser traduzidos em valor monetário.

Os principais conceitos que definem a aplicação do cálculo da metodologia são: Período de cálculo, Vida útil de cada variante, Evolução temporal do preço, e o tratamento de impostos e subsídios. Não se incluem os ganhos de energia produzida porque a legislação brasileira não prevê tal alternativa em edifícios. Esses fatores devem ser descontados para cada momento temporal diferente (conceito financeiro básico), de modo que a análise simples ou estática do investimento é ineficiente na tomada de decisões já que não considera no seu cálculo o momento temporal dos custos e o ACCV, produzindo uma visão distorcida.

## **1.2. Desenho metodológico**

### *1.2.1. Modelo de referência*

O primeiro passo é estabelecer a definição do edifício de referência. Este elemento deve estar adequado ao contexto local, econômico ou climático; e é necessário para estabelecer os padrões de comparação. No presente caso, edificações habitacionais, tomamos o modelo descrito na NBR 15.575 (ABNT, 2013; CÂMARA, 2013) para a avaliação não-simplificada do desempenho térmico na simulação usando a opção EnergyPlus.

### *1.2.2. Medidas de eficiência energética*

A segunda fase é a identificação de medidas/conjuntos de medidas/variantes de eficiência energética e medidas baseadas em fontes de energia renováveis e o conjunto combinado de medidas aplicáveis a cada edifício de referência.

As seguintes medidas devem ser consideradas para a configuração das variantes dos modelos de edifício:

Estratégias passivas: Paredes externas, de acordo com a sua absorptância, transmitância e capacidade térmica; Coberturas, em termos de transmitância térmica (considerando absorptância e ventilação); Isolamento de piso térreo e soleiras; desempenho das janelas e portas; Proteção solar de aberturas (fixas ou móveis e filmes de proteção no vidro); Orientação e exposição solar do edifício; Índice de vazios (otimização da área de fachada/vidro); Ventilação de ambientes de permanência prolongada (ventos dominantes e circulação de ar).

Sistemas ativos: Instalação de abastecimento de água quente; Ventilação mecânica; Instalação ou melhora de sistema ativo ou híbrido de refrigeração; Melhora da utilização da luz diurna; Alteração do vetor de energia para um sistema ou seus componentes (bombas e ventiladores); Isolamento de conduções (canos); Aquecedores e armazenamento de água aquecida, que pode ser combinado com a energia solar térmica.

Energias renováveis: Instalação de painéis fotovoltaicos para consumo doméstico. Devem-se limitar as combinações para simplificar os cálculos. Neste elemento a análise preliminar das condições climáticas de conforto e as estratégias bioclimáticas possuem grande importância, baseando-se na revisão bibliográfica.

### 1.2.3. Cálculo das necessidades de energia primária

Determina-se o desempenho energético das medidas/conjuntos de medidas/variantes através do cálculo das necessidades de energia para aquecimento e arrefecimento (relativo à área de pavimento definida a nível nacional). Em seguida, calcula-se a energia fornecida para fins de aquecimento, arrefecimento, ventilação, água quente para uso doméstico e sistemas de iluminação. A definição das condições de conforto pode variar no inverno ou verão. Sendo uma metodologia experimental de aplicação para novas construções, não existe a possibilidade de tomada de dados "*in situ*", e o instrumento de medida para quantificar a simulação energética é a ferramenta de cálculo EnergyPlus conforme as determinações da ASHRAE (Associação Internacional de Engenheiros de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado), em cumprimento da NBR 15.575 (ABNT, 2013; CÂMARA, 2013).

O cálculo do desempenho energético (desde as exigências de energia líquida até o uso de energia primária) é realizado nos seguintes passos: 1. Cálculo líquido das necessidades de energia térmica do edifício para atender as demandas dos usuários. 2. O valor obtido em (1) é subtraído da energia térmica obtida de fontes renováveis (produzida e utilizada *in situ*). 3. Cálculo do uso de cada tipo de energia para o consumo final e fonte de energia (eletricidade, combustível), levando em conta as características dos sistemas de geração, distribuição, transmissão e controle. 4. Subtração do uso de eletricidade originada de energia renovável produzida e utilizada no local. 5. Cálculo da potência fornecida por cada vetor energético como a soma das utilizações energéticas (não coberta por energia renovável). 6. Cálculo da energia primária associada à energia fornecida, utilizando fatores de conversão nacionais. 7. Cálculo da energia primária associada à energia exportada para o mercado. 8 Cálculo da energia primária como a diferença entre os dois valores calculados anteriormente, (6-7).

### 1.2.4. Cálculo do valor líquido atualizado (VLA)

A fase mais complexa é a do cálculo do Custo global, expresso em VLA para cada edifício de referência. Para chegar a este valor é necessário estimar todos os custos associados ao longo do ciclo de vida e atualizá-los temporalmente para obter o VLA.

O cálculo dos Custos globais considera o investimento inicial, a soma dos custos de cada ano e o valor final, todos referenciados ao ano inicial. O conceito de "Custos



Globais" vem da EN 15459 (2006) e corresponde ao que é chamado na literatura de ACCV. Não se incluirá o valor monetário do dano ambiental causado pelas emissões de CO<sub>2</sub> associadas ao consumo de energia porque o Brasil não tem metas no âmbito do Protocolo de Quioto.

O cálculo da rentabilidade a nível macroeconómico é realizado excluindo todos os impostos, subsídios e incentivos disponíveis, por isso considera-se mais realista o cálculo em termos financeiros, ou seja, tendo em conta os preços pagos pelo consumidor final, incluindo os impostos e subsídios. A presente metodologia leva em conta esse segundo valor como o verdadeiro para medir a viabilidade real das alternativas de melhora da eficiência energética.

Como o objetivo central é comparar as medidas e variantes (e não a avaliação dos custos totais para o investidor), existem itens de custo que podem ser omitidos do cálculo. É o chamado método do "Custo Adicional", onde os elementos estruturais da construção inalterados são omitidos do cálculo. Na determinação do custo global podem omitir-se os Custos que sejam idênticos para todas as medidas/conjuntos de medidas/variantes analisadas e os Custos ligados a componentes dos edifícios que não têm influência no desempenho energético dos mesmos. Todos os demais custos devem ser integralmente considerados no cálculo dos custos globais. O valor residual é determinado por depreciação linear do investimento inicial ou do custo de substituição de um determinado componente de um edifício até ao final do período de cálculo, em relação ao início do período de cálculo. O tempo de depreciação é determinado pelo ciclo de vida económico de um edifício ou componente de edifício.

Para estimar os custos, podem ser utilizados bancos de dados públicos, como o CUB, publicados pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil (SINDUSCON), e os índices do SINAPI do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e a coleta de dados de mercado. Definir a taxa de desconto é o elemento-chave para a atualização de valores no cálculo da VLA. As normas europeias colocam esse valor em 4%, que precisa ser adaptado às condições económicas no Brasil, que na ausência de outro valor justificado podem ser usadas as taxas oficiais dos títulos públicos do Tesouro Nacional prefixados (atualmente superiores a 12% por ano).

### 1.2.5. Avaliação do nível ótimo de rentabilidade

O nível ótimo de eficiência é aquele que possui o maior VLA, estabelecendo assim o nível ótimo de rentabilidade dos custos de desempenho energético. Deve-se estabelecer um valor de aceitação para separar alternativas rentáveis das não viáveis, em relação a dispersão obtida. A partir da aplicação dos métodos VLA, Taxa Interna de Retorno e Payback no Brasil, encontrou-se uma taxa mínima de atratividade superior aos 25% (França *et al.*, 2012). Recomenda-se igualmente incluir uma análise de sensibilidade dos parâmetros utilizados, incluindo os preços da energia.

### 1.3. Aplicação da metodologia

Após a formulação da metodologia, sua aplicação é avaliada de duas maneiras: através de um estudo crítico e comparativo da bibliografia e da implementação prática da mesma. Na sua aplicação às edificações habitacionais coletivas no clima tropical do Brasil, pode-se observar como o primeiro elemento a considerar é a seleção de variáveis a serem estudadas, e a dispersão existente na vida útil de cada medida. As principais estratégias de melhoria a serem verificadas são: a orientação de fachadas e seu isolamento, as características de transmitância da cobertura, a proteção solar das aberturas e a ventilação (estratégias de redução da demanda de refrescamento); e as características dos sistemas ativos de energia renovável e de refrigeração de ar.

Ao verificar a viabilidade econômica dos critérios de desempenho térmico da NBR 15575 (ABNT, 2013) em edificações residenciais, observar-se como as alterações dos parâmetros construtivos reduziram significativamente o consumo de energia elétrica para manutenção do conforto térmico das edificações. Mas esta melhoria não tem resultados adequados em termos de rentabilidade, já que o custo da eletricidade é menor em relação ao aumento dos custos iniciais. Este resultado, a partir do estudo da ACCV, mostra que o custo inicial é penalizado em comparação com o custo da energia elétrica, e com a taxa de juros praticada no país o tempo para pagamento do investimento pode chegar a até 50 anos. A relevância deste tipo de estudo é incrementada pelo fato de que o consumo operacional energético das edificações residenciais vem caindo, enquanto o custo na fabricação dos principais materiais de construção se mantém estável (BRASIL, 2003 *apud* Tavares e Lamberts, 2005).

As coberturas são os sistemas construtivos que apresentam as melhores relações de rentabilidade, pelo baixo custo de investimento nos isolantes térmicos e alta influência na redução do consumo. Assim como as alternativas implementadas durante o projeto, que com leve aumento de custo possui grande influência no desempenho térmico. Através de alternativas planejadas na fase de projeto (orientação, ventilação e proteção solar) pode-se diminuir o uso de aparelhos de ar-condicionado (Pires, 2013).

Em suma, a ACCV é uma técnica atrativa e adequada para a análise econômica de projetos e soluções alternativas, tendo em conta todos os custos ao longo do ciclo de vida. No entanto, ainda necessita-se de mais exemplos de aplicação prática e de um maior envolvimento de todos os agentes no sentido de disponibilização de mais informação sobre custos e desempenho (Mendes, 2011). ACCV não é uma ferramenta de análise da sustentabilidade ambiental, e sim da sua viabilidade econômica, que pode complementar-se com indicadores de desempenho sociais e ambientais associados, integrando estes benefícios de forma sinérgica.

## **2. CONCLUSÕES**

A metodologia baseia-se na necessidade de analisar todo o custo do ciclo de vida (ACCV) do edifício e seus sistemas, a fim de avaliar a rentabilidade ótima. O payback simples é um método ineficiente frequentemente utilizado para a tomada de decisões, porque o seu cálculo não leva em consideração todos os custos associados com o projeto e produz uma imagem distorcida e incompleta da situação (Sanz Izquierdo, García Ahumada, 2013), podendo não refletir a verdadeira sustentabilidade econômica ao longo do tempo.

As motivações de melhoria podem envolver elementos não econômicos, justificando a eficiência além de apenas a economia de energia, mas é a análise dinâmica de ACCV que determina a verdadeira viabilidade econômica. Este fator mostrará sua aplicação real, priorizando as medidas e soluções e até mesmo justificando o seu subsídio ou desempenho mínimo na regulação (por exemplo, através de regulamentos como as próprias ABNT-NBRs ou nos planos diretores municipais).

Acompanhar a metodologia apresentada de cálculo do valor líquido atualizado do ACCV tem a vantagem de proporcionar uma visão clara de todos os custos previstos ao longo da vida útil do edifício, comparar as diferentes medidas diferenciadas, bem

como servir como uma ferramenta para o planejamento financeiro de longo prazo, evitando-se surpresas inesperadas. Assim, a melhor rentabilidade reside principalmente na melhora das estratégias passivas de redução de consumo e nas alternativas planejadas para a otimização do desenho mediante a orientação a proteção solar e ventilação (fase de projeto).

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 15.220, " Desempenho térmico de edificações", 2003.

ABNT NBR 15.575, "Edificações habitacionais - Desempenho", 2013.

AGOPYAN, V., LAMBERTS, R., "*BRAZILIAN Energy efficiency policies*", 2009.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA, "Balanço Energético Nacional", 2012.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, "*Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013*", 2013.

CEE 244/2012 de la Comisión, de 16 de enero de 2012, que complementa la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la eficiencia energética de los edificios, estableciendo un marco metodológico comparativo para calcular los niveles óptimos de rentabilidad de los requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios y de sus elementos", 2012.

EN 15459. "Energy Efficiency for Buildings — Standard economic evaluation procedure for energy systems in buildings", 2006.

ENSLIC BUILDING, "Directrices para los cálculos de ACV" "Guidelines for LCA calculations in early design phases", 2010.

FRANÇA, P. M., CRUZ, A. F., CUNHA, M. F., PIMENTA, D. P., "*Estudo de Viabilidade Econômico-Financeira do Uso de Inovação Tecnológica em Empreendimentos Imobiliários Residenciais Verticais no Distrito Federal*", 2012.

MENDES, L. P., "Análise de custos no ciclo de vida de medidas sustentáveis", 2011.

PIRES, R. J., “Investigação da viabilidade da redução do consume de energia elétrica em edificações residenciais através da aplicação de soluções de conforto ambiental passivo”, 2013.

SANZ IZQUIERDO, A., GARCÍA AHUMADA, F., “*Metodologías para la Toma de Decisiones de Eficiencia Energética*”, 2013.

TAVARES, S. F., LAMBERTS, R., “*Consumo de energia para construção, operação e manutenção das edificações residenciais no Brasil*”, 2005.